从朗道势垒到奥数 -- 我对未来教育和科学的看法

作者 顾立帆

——— 水往低处流。水可能还会往前流一点，但失去了部分势能，还有各种耗散。

主流教科书 AI: A Modern Approach 第三版中的问题，和权威学术杂志 Nature Magazine 上 AlphaGo Zero paper 中的错误，显示了当前教育和科学研究中的一些问题 [1]。

本文对教育、人工智能和 AlphaGo 系列的问题、数学危机和智力基础理论、leukotomy 和脑研究等问题逐一讨论，分析教育和科学研究所面临的新挑战。

一、教育

朗道势垒是苏联物理学家朗道招收学生的最低测试，以难度著称。成功通过朗道势垒本身并不是学术研究的成就。

国际数学奥林匹克（奥数）也起源于苏联的中学数学竞赛，但知识层次较低，针对中学数学方法。奥数获奖，虽然是荣誉，但也不是学术成就。就象中国的微雕艺术，是有趣而令人尊敬的技艺，但不是学术研究的主要目的。

近二、三百年，俄罗斯的人口规模和 talent pool 的规模远超过其他欧洲国家。在人才的衡量和选拔上较容易取得优势，也较受注重。而中国的人口规模和 talent pool 规模更大，远超过世界上的其他发达国家。奥数在中国受到追捧，也不难理解。

关注点从朗道势垒到奥数，体现了所关注的知识层次的降低（也是学术境界的降低），和参与人数的进一步扩大。但科学研究中所需要的一些本质思考方法，从奥数和其他类似的高难度、浅层次、纯技巧训练中是得不到的。

科学哲学在 Karl Raimund Popper 以后，基本停滞不前，不但导致智力研究在理论上误入歧途，也使科学研究在整体结构上越来越难以突破。很多耗资巨大的实验结束后，既证明不了什么本质，也否定不了什么本质，使诡辩在科学界又开始流行。

Marvin Minsky 的专著 The Emotion Machine 显示了智力基础研究上难以深入的困境。其实 emotion 只是 animal 层次的，而人类能发展出更高层次的 liberal arts、natural languages、philosophies、mathematics、sciences 等等。研究人类智力，需要研究这些的智力基础。

主流教科书 AI: A Modern Approach 第三版，把苏格拉底和柏拉图从哲学基础中删去，把亚里斯多德当成正确的哲学基础，忽视了科学革命以来科学哲学的发展。伽利略是把苏格拉底方法和科学实验定为科学的基础，哥德尔定理也意味着逻辑体系和 Turing Machine 有局限性。该书提到的 Turing Test 是错误的。

这些问题，直接导致该书不知道如何正确地测试检验人工智能，也影响到无人汽车的问题。不加限制说明的 driverless Car，就是 SAE level 5，而这是不可能实现的。

Marvin Minsky 至少保留了优良的学术传统，征求别人对他专著的看法。而 AlphaGo Zero paper 的作者，如果拒绝用严格控制条件的科学实验来验证 superhuman 的宣称，也不作更正，则不但默认了 superhuman 之说没有科学依据，也损害了学术的严谨基础。

这些问题，都源自目前教育和研究中的急功近利，及知识层次和学术境界的急剧下降。也使未来，蒙上深深的阴影。在智能挑战的时代，对数学、公理系统和科学的整体和本质研究却严重不够，大学也缺乏这方面的课程和教育，是 Technological Singularity 和人工智能产生误导的根源之一

[2]。

朗道只把自己当作第四流的科学家：牛顿是第一流，爱因斯坦是第二流，创建量子物理的才俊们是第三流，和朗道同时代的美国物理学家理查德·費曼也是第三流。也许朗道是自谦，但他肯定无法和爱因斯坦相比。而俄罗斯历史上是出过门捷列夫的[3]。

不知朗道该如何评价伽利略、达尔文。不理解 liberal arts、natural languages 和 philosophies 对数学和科学的影响，就无法真正理解人类智力。

二、人工智能和 AlphaGo 系列的问题

Nature 杂志上的 AlphaGo Zero 论文，宣称 AlphaGo Zero 取得了 superhuman 的 performance。但 superhuman 的概念跟 generic 的 human 有关。该论文并没有提供任何 superhuman 的证据，而 AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master 根本不是 superhuman 的证据，AlphaGo Master 在一些对弈中击败一些人类棋手，也不是 superhuman 的证据。

科学需要在证伪中进步。只要有人设计出能证明 AlphaGo Zero 不是 superhuman 的实验，就可以否定该论文中的此一宣称。近年对人工智能和 Technological Singularity 的过度炒作，误导了脑和智力的研究。Demis Hassabis 也在谈论 AlphaGo 系列的通用智力潜在可能。所以用严格控制条件的严谨科学实验来验证 AlphaGo Zero 的 superhuman 宣称，非常重要。

我无意贬低电脑围棋的进展。事实上，我是鼓励电脑围棋的研究。早在 Deepmind 成立之前，我就分析认为电脑围棋可以击败人类顶级棋手，因为围棋是在很小空间里的高度规则化游戏[4]。这已被证实。但这并不意味电脑围棋有通用智力潜力或超人能力。

AlphaGo Master 击败柯洁后，很多人开始膜拜 AlphaGo Master。而我指出：AlphaGo Master 虽然赢棋，但只要不是最优解，就可能走的是无理棋。这也已被证实，因为 AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master 意味着 AlphaGo Master 很多离谱的走法其实是无理棋。

见到的 AlphaGo Zero 棋谱中，对 AlphaGo Master 的二十局是 AlphaGo Zero 最后版（或稳定版）[5]，有很不寻常现象：AlphaGo Master 执黑的十盘棋中，布局至 16 手完全一样。而 AlphaGo Zero 执黑的十盘棋中，布局至 18 手完全一样，AlphaGo Zero 输棋的 14、16 局，至 45 手完全一样。所以有如下问题：

1）在 Nature Magazime 上发表两篇 AlphaGo 系列文章后，Deepmind 有没有在这二十局棋里把 AlphaGo Zero 和 AlphaGo Master 对局的情况，全面准确地告诉公众？如果是，则：

2) 公布的这二十局棋谱中，所出现的布局高度类同，是由于 AlphaGo Zero 接近围棋最优解，还是陷入 local trap？如果认为是前者，需要用严格控制条件的严谨实验来验证。如果是后者，AlphaGo Zero 走的也是无理棋，而 superhuman 的宣称可能对围棋和智力科学研究带来严重误导。

其实 AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master，本身就是人类击败 AlphaGo Master 的证据：人类靠设计新算法系统击败了 AlphaGo Master，而 AlphaGo Master 自身的进化速度远不及人类根据系统结构分析来设计新算法的速度[6]。Nature 杂志上的 AlphaGo Zero 论文发表前几个月，我就针对 AlphaGo Master 公开分析：利用自我对弈收集数据和 deep-learning 来涨棋，几年后其效果会不会暴露出局限？事实上，AlphaGo Master 的弱点不到四个月就暴露。

AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master，就是人类击败 AlphaGo Master 的证据这一结论，需要从科学原理作分析才能得出，从数据处理本身是看不出的。不能迷信数据处理的作用。

如果人类能设计更加新的算法击败 AlphaGo Zero，可以证明 AlphaGo Zero 不是 superhuman [7]。但这种证明仍是经验证明，只能证明某个具体的人工智能软件不是 superhuman，不能从原理上证明 deep-learning、reinforcement、或其它人

工智能方法没有 superhuman 和通用智力方案的潜力。

这再次说明经验检验和数据处理的局限性。经验结果可以用来证伪，但不能用来证实。准确的验证，需要根据理论研究，设计有针对性的严格控制条件的严谨科学实验 [8]。普通围棋比赛只是 game 或竞技，不是证明学术观点对错的科学实验。

Superhuman 的普通语义，是指在人的基础上并有所超越，或人格化的超能力。Clock 计时比人准，IBM S/360 也早在许多方面超过人，包括科学研究领域。如果 AlphaGo Zero 算 superhuman，IBM S/360 早就是 superhuman，根本轮不到 AlphaGo Zero 来宣称。所以 Nature 杂志上的 AlphaGo Zero 论文中，宣称的 superhuman 应该是指在 generic 人的智力基础上并有所超越。至少应该验证在围棋上有 generic 人的智力。普通的围棋比赛没有验证这点。

我设计的验证 AlphaGo 系列在围棋上有没有 generic 人的智力的实验并不复杂。围棋下得不好的我也可以做实验，只要 Deepmind 同意在实验上合作。目的是找出人工智能普遍而严重的问题。我的实验的更大价值在于较准确地测试 AlphaGo 系列的围棋智力上限，这需要一流人类棋手和 AlphaGo 系列对弈，要有使其暴露弱点的方法。而在普通的围棋比赛中，人类一流棋手是否仍有可能击败 AlphaGo 系列，也需要进一步验证。

我设计的实验，实验结果和结果分析全部公开。别人可以对实验过程和结果作分析、推敲。这才是真正的科学实验方法。 如果人类棋手在我设计的公正实验条件下也能胜过 AlphaGo 系列，意味着 AlphaGo 系列所依赖的人工智能技术有严重的缺陷 [9]。这对脑和智力的研究、以及人工智能的发展都有很大价值。

我设计的实验，基于 Turing Machine 和 deep-learning 的局限性，不需要 AlphaGo 系列论文和棋谱中的信息，所以可以验证人工智能和计算机本身的局限性。但出于对科学和公众负责，论文作者应该公布跟论文有关的全面准确的实验结果：包括 AlphaGo Zero 对 AlphaGo Master，和最后版（或稳定版）的 AlphaGo Zero 对 AlphaGo Zero 的更多棋谱，等等。

Deep-learning 实际上是用经验数据给计算机洗脑。洗脑的后果，会相互给 credit，往错误的方向相互 reinforcement，而陷入 local trap。AlphaGo 系列的自我对弈，更是如此。

无人驾驶不同于围棋。围棋或围棋智力研究是特殊技能，只有少数人能精通，汽车驾驶普通人都能掌握得很好，无人驾驶的问题普通人也能发现。只是普通人不了解人工智能的原理，可能要许多年后才能发现无人驾驶的问题。但这会给无人汽车带来更大风险。

所以需要智力的基础研究，来设计严谨的科学实验，以发现更多本质问题。现在应该研究什么原因造成潜在问题可能无法在路试中暴露，以及是否有这种潜在问题会在大规模实用中频繁出现 [10]。

如果模式演变不稳定，不但基于直觉的判断会出错，对经验测试的统计结果和深度学习也会产生严重误导。有些以前几乎不出现的问题，模式演变后，甚至可能成为大概率事件。要了解智能的模式演变是否稳定，需要研究智力的基础理论 [11]。

三、数学危机和智力基础理论

智力不同于能量，所以智力科学是不同于物理学的新学科，这涉及生命的本质。第一次数学危机，其实跟哲学有关，目前的研究不够深入。对毕达哥拉斯体系和无理数的引入，以及各次数学危机的本质，也需要重新认识 [12]。这些涉及智力问题，所以智力科学不同于普通的生物学。

科学中虽然大量使用数学，但哥德尔定理实际上已经说明数学不能用来判断科学上的正确性。Turing Machine 及其各种变种，都是数学的子集，当然也不能判断科学上的正确性。不了解 Turing Machine 上的 local trap，夸耀 Universal approximation 只是误导。

科学的基础：Socratic method 和科学实验，都需要大量使用自然语言来分析、讨论。科学论文也大量使用自然语言，需要深入研究科学的自然语言和科学哲学。忽视、排斥科学哲学的人，很可能用一种错误的哲学来看待科学，比如经验哲学。

所以，科学不同于数学，智力科学也不同于数学、各种计算模型、和人工智能。智力科学需要研究自然语言、哲学、数学、和科学的发展，研究科学的自然语言比数学更加强大的那部分表达、分析和判断能力。

人工智能的研究，从 Alan Turing，到 Geoffrey Hinton，到 Demis Hassabis，技术还在发展，但思考深度和境界却在递减。AlphaGo 系列在算法设计上有进步，在是否超越人类智力这一方向性大问题的分析上，却误导了人工智能的发展。

Demis Hassabis 宣称 AlphaGo 系列有通用方案的潜力，却未接受我的实验验证要求 [13]。实际上他只主导了一些应用的开发。而 Geoffrey Hinton 提出的是较系统的思考和方法。

Turing Machine 为计算机提供了理论基础。人工智能和计算机的局限性，需要从 Turing Machine 的局限性去研究。Geoffrey Hinton 对计算机的理解，没有达到 Turing Machine 的本质，也就无法超越 Alan Turing 的思想境界，难以理解人工智能和深度学习的局限性。

要理解人工智能和计算机的局限性，需要建立更准确的智力概念系统。智力科学和物理学、化学、生物学一样，起源于哲学：

一、可以先研究从伽利略的 Dialogue Concerning the Two Chief World Systems [14]，到广义相对论的发展过程，去理解科学规律的本质，理解科学实验和经验测试的不同。经验观察会造成太阳围绕地球转的假象。Socratic method 和严谨设计的科学实验，才是科学的基础。否定别人的观点，需要公开把理由告诉对方，让对方有反驳的机会和设计实验来验证的机会。无视存在的重要问题，拒绝用科学实验来验证，是反科学的 [15]。

二、还可以研究从波义耳的 The Sceptical of Chemist，到元素周期表，到量子物理的标准模型的发展过程，去了解科学的深入和具体。

三、还可以研究从达尔文的 On the Origin of Species，到遗传学，到生物学综合的发展过程，去理解生命的本质。

更重要的是，准确的智力概念系统，需要以大量的科学实验作验证为基础。这些实验，不是泛泛的数据收集，而是有针对性的，严密设计的，严格控制条件的实验 [16]。

朗道势垒可以为较成熟时期的物理学选拔专才，但不适合创建智力学科的工作。

美国以前比较鼓励思考、讨论。现在对人工智能的局限性的研究，却受排斥。美国教育抛弃了自己的长处，当然也很快会丧失自己的优势。

以前有种观点，美国的普通教育虽然衰退严重，精英教育还是很强的。但普通教育水准的下降和研究上的缺乏公正，迟早会把精英教育的质量拉下来。热力学的熵定律是不是能提供一些启发。

凡是享受现代教育、现代生活的人，都应该对希帕索斯和伽利略感恩，虽然他们最重要的研究工作，并没有给他们自己带来经济回报 [17]。有这样的人为了追求学术真相而牺牲自己的生活甚至生命，科学才能够持续发展到今天。

四、Leukotomy 和 BRIAN Initiative

Leukotomy 造成严重问题，原因包括：

1）实施该手术时没有区分 personalities 和 mental diseases。由于对 personalities 缺乏研究，目前仍无法准确区分两者。这也使得使用基因技术的 BRAIN Initiative project 更加危险。

2）给 leukotomy 授与诺贝尔奖时，没有准确地检验 Leukotomy 的后果，对提出警告者也没有重视。而本人对 BRAIN Initiative 提出的警告和对 AlphaGo 系列提出的检验要求，也没有被重视。

3）该手术对 personality 和 intelligence 有严重损伤。连大规模实施者 Walter Freeman 都在一定程度上承认。由于缺乏对 personality 和 intelligence 的了解，事后的统计并不准确。

BRAIN Initiative project 的很多概念和方法的有效性、可靠性，令人担忧。包括在 NIH 的 BRAIN 2025 Report 中：“there is general agreement that types can be defined provisionally by invariant and generally intrinsic properties”，基于这些 invariant 和 agreement 的分类是否可靠及提供本质的 insights？这样能否“envision an integrated, systematic census of neuronal and glial cell types”？这种分类和 dynamic brain mapping 能否“Link brain activity to behavior”和“Produce conceptual foundations for understanding the biological basis of mental processes”，特别是对许多超出视觉、听觉、运动等等动物生理层次的重要 mental processes 和 behavior？等等。

BRAIN Initiative project 的另一个支柱：基因方法，更加危险。因为对人的 personality 和 intelligence 缺乏研究和了解，把 brain mapping 和基因跟 personality 和 intelligence 作的对应也不可靠。众所周知，收集统计数据时很容易在收集环境里无意中引入隐性假设（hidden assumptions），统计条件甚至可以被操纵。所以，一般的数据收集不是科学实验。科学实验需要更严谨的设计、严密控制实验条件。

除了少数明确的基因疾病，大部分疾病跟基因的相关性非常薄弱。很多生理特点，在某些环境下有竞争劣势，而在其他未知的（包括未来的）环境里可能有竞争优势。而 personality 和 intelligence 更具有高度可塑性，跟基因关联性更加小。

如果 BRAIN Initiative project 草率用基因和 brain mapping 来定义某些 mental diseases、解释 personality 和 intelligence，不但会误导研究，而且对人的基因的选择和控制的泛滥会造成基因固化、人的退化，损害人的 personality 和 intelligence 的发展，破坏社会文化的演化，造成文明的衰退。这比 leukotomy 更加危险。

如果对 leukotomy 的错误都无法纠正，对 AlphaGo 系列都无法作严谨的实验检验，对更复杂而更难了解的人的基因组合的解释、选择和控制，出错的可能性更高。而人的自我控制，包括基因选择和控制，不是演化的最终决定者，有更高的力量决定人类的命运。

受过相关学术训练的人看不到或无法纠正这些明显的问题，说明现在的教育出问题了。所以需要深入全面研究人的 personality 和 intelligence，来准确界定 mental diseases 和限定基因选择和控制方法的使用。

BRAIN Initiative 对 brain mapping 的过分倾斜也很不合理，使真正的 human level intelligence 基础研究得不到资源而受排斥。除了解释不清 personalities、intelligence 和 mental diseases 之间的准确区别，BRAIN Initiative 和 neurosciences 也无法解释清楚：AlphaGo 等人工智能是否具有 generic human intelligence，亚里斯多德思维模式和科学的区别，等等关键性问题。本人建议对 AlphaGo 系列作实验，作为检验这些问题的开端，也计划通过围棋、语言、哲学、数学、科学等等的系列性智力研究来弥补 neurosciences 的局限性 [18]。

五、结语

科学的生命力在于设计可验证的理论。本人已经指出 AlphaGo Master 不具有人类智力的证据。按 AlphaGo Zero 的结构分析，设计能击败 AlphaGo Zero 的 AlphaGo 新版本应该也是可以的。而以前我对电脑围棋和 AlphaGo Master 的分析预测已经一一被证实，所以我提出的实验要求是有依据的。该实验能揭示更多的人工智能和计算机的本质，较准确地测试 AlphaGo 系列的智力上限，并检验是否有更严重的问题。实验思想和方法也很简明。

AlphaGo 系列的问题，涉及数学和算法的本质，需要新的理论作分析和科学验证。而基于语言和基于生命的智力研究，涉及更多的哲学和科学本质，更加复杂。对智力科学新领域进行系统理论研究，也有助于在其他学科如生物、物理、数学等等的突破性发展。

近年有人试图重新确立亚里斯多德在学术上的正统地位、抬高笛谷而无视他理论体系的错误。这涉及科学革命的基础是否错误，Technological Singularity 的欲望是否有科学依据等重要问题。而基于基因技术的 BRAIN Initiative project 更加危险。所以进行智力基础理论研究和实验，澄清科学的基础，非常重要。如果人工智能在小小的围棋盘上都无法通过检测，Technological Singularity 完全是 baseless 的。

在科学上观点正确却没有权势没有资源的一方，要求公正的实验是最后的生机。如果有权势资源的那方，拒绝以公正的实验来检验，等于要把正确观点逼入死路。所以，权势和资源也应该意味着责任。

科学不是凭主观去判断该相信谁，而是靠严谨设计、严格控制条件的实验来验证。宣称 AlphaGo Zero achieved superhuman performance、以及 Demis Hassabis 宣称 AlphaGo 系列可以作为通用智力方案，超出了围棋比赛的范围，需要用科学实验来检验。

~~~~~~~~~~~~

[1] AI: A Modern Approach 第三版把苏格拉底和柏拉图从哲学基础中删去，而把亚里斯多德哲学当成正确思维的基础：“Aristotle... was the first to formulate a precise set of laws governing the rational part of the mind.”。事实上伽利略否定了亚里斯多德哲学，把苏格拉底方法和实验定为科学的基础。所以，亚里斯多德哲学并不正确，其逻辑学也不是对人类理性的 precise 描述。现在 AI 研究中拒绝对问题的公开讨论，拒绝严格控制条件的实验验证，正是该书第三版中出现的问题的反映。

该版中的 wind tunnel approach 对 AI 会有误导。特别是无人汽车，对他人的生命有危险，而其中的一些重要问题，又无法用模拟或路试来发现。莱特兄弟发明飞机时，经典物理学已经非常成熟。不但惯性、力、能量等本质概念早已成为常识，连 the underlying principles and forces of flight 也已研究得比较清楚了。而 Neurosciences 虽对运动、视觉、情绪等生理层次的研究有价值，对 human level 的 intelligence 却无法找到那些关键本质来分析各种 AI 的问题和可行性。

本文后面对 AlphaGo Zero 在 Nature 上 paper 中问题的分析，可以显示 AI 研究根本没有进入科学阶段。而本人设计的 AlphaGo Zero 实验，正是对 human intelligence 本质的探索。

人无完人。但学术上有错误，需要澄清、修正。

[2] 根据哥德尔定理，所有包含那些算术系统的数学体系，都无法完备化，使数学和图灵机本身有严重的不足。Technological Singularity 只是欲望，并无科学依据。AlphaGo Zero 的 superhuman 宣称则需要用严格控制条件的严谨科学实验来验证。

[3] 按照我对学术成就的评价，创建重要学科、和重要学科中的理论体系，是第一流的工作；在重要学科中提出革命性理论体系，是第二流的工作；对主要理论体系的重要延伸或弥补、或开创较小的学术分支，可列入第三流的成就。第一、第二流的学术成就非常罕见，第三流的工作已经非常了不起了。这个标准跟朗道的评价高度吻合。

物理学中，伽利略和牛顿的贡献是第一流的；相对论和量子力学是重要学科中的革命性理论体系，爱因斯坦的贡献是第二流的，而创建量子力学有许多人的贡献，他们的贡献只能算第三流的；量子电动力学只是小分支，所以理查德·费曼的工作也是第三流的。

在数学中，毕达哥拉斯和欧几里德的贡献是第一流的；牛顿＋莱布尼茨的贡献是第二流的；希帕索斯（发现无理数）、亚里斯多德（逻辑学）、帕斯卡（概率论）、哥德尔（哥德尔定理）的贡献也很重要；拉格日朗（数学分析的成熟化）、图灵（图灵机作为计算模型）的贡献是第三流的；数学中的高斯，和物理学中的朗道，能不能挤进第三流，我不知道；祖冲之的贡献，未必能超过高斯。

本人不反对纪念墨子、祖冲之这些有过杰出贡献的古代研究者。不过现代科技的发展，跟墨子、祖冲之等人的研究，基本没有关系；能够超越他们的思维方法，是因为毕达哥拉斯和伽利略等人建立的体系能持续发展。而“道可道，非常道。名可名，非常名”对于了解生命和世界的多个方面，仍有一定价值。Gödel's theorems suggest metaphysics from humans may not work。科学研究是为了使人类成为更好的适者。

毕达哥拉斯的抽象化思维，创立了数学。他对算术和数的定义，按现代抽象代数的概念也是成立的，但不适用于几何和其他一些系统。毕达哥拉斯算术系统本身在科学上是错的，但在数学上又是可以成立的、有价值的、可以继续发展的。所以数学不同于科学，也不能简单用数学来验证科学上的对错。

欧几里德几何可以完备化，但有非欧几何存在。希帕索斯的发现，本来也是对数学和毕达哥拉斯体系的进一步发展。但希帕索斯事件之后，毕达哥拉斯学派本身就没有太多成就了。而其他群体能继续他们的工作，后来居上。

非欧几何的整体贡献，能排入第二流。但由多人逐步完成。高斯不但没有公布自己在非欧几何上的想法，也没有公布 1819 年交给他的 Ferdinand Karl Schweikart 的类似想法。所以高斯在非欧几何上，不但无功，反而有过。根本原因，在于高斯太注重坚实的技巧性，不了解尚未成熟的思想
~~~~~~~~~~~~

体系的价值，也不重视苏格拉底方法对学术发展的作用。高斯不但缺乏学术上的眼光，也达不到罗巴切夫斯基的思想境界和层次。

罗巴切夫斯基和鲍耶推翻欧几里德几何的唯一性，已是 1830 年前后了；他们在非欧几何上贡献最大，类似希帕索斯和哥德尔。

黎曼几何在物理相对论研究中，有价值。但黎曼在非欧几何中，只是作延伸性工作，可以排进第三流。贝尔特拉米为非欧几何带来新的语义和完整性，也很重要。

数学是非常古老的学科，现在看起来很重要的一些成就，跟数学历史长河中的很多大师比起来，不一定更重要。十七、十八世纪的数学，和二十世纪前半期的物理学类似，已经十分兴旺，但基础是更早的人奠定的。

科学和数学的本质和方法，有所不同。科学兴起虽然较迟，但能弥补数学思维方法的一些严重不足。而希帕索斯和伽利略因为追求学术真相而受迫害，更应引起人们的警觉。公正的研究环境、和免受学术迫害，是科学能够持续发展的前提。相比之下，高斯虽是优秀的数学家，却缺乏追求学术真相来推动进步的求道精神，历史地位有限。

[4] 许峰雄在 Cracking Go 文中更早提出。但他的依据很多来自开发 Deep Blue 的经验，对围棋不一定成立。我依据理论分析，不依赖经验，反而能成立。我的理论分析还可以进一步延伸: AlphaGo 系列虽然赢棋，但只要不是最优解，就可能走的是无理棋；可以设计严格控制条件的严谨实验来检验 AlphaGo 系列是否有通用智力潜力，是否超人。

[5] 根据 http://www.alphago-games.com/, AlphaGo Zero 对 AlphaGo Zero 中只有一局是最后版（或稳定版）的。在 https://www.101weiqi.com/chessbook/player/38348/也有相关棋谱。

[6] AlphaGo Master 不是生命，AlphaGo Master 进化速度慢，不能说明生物的演化本质。部分原因是裁定围棋胜负的规则是由人类定义的，而生物演化的规则并非由人类定义。

[7] http://www.alphago-games.com/上，Full Strength of Alphago Zero, i.e. Final Form，被称为 40 Blocks◦20 Blocks 被称为 Not Full Strength of Alphago Zero。所以更新结构的系统击败 Alphago Zero 也是非常可能的。这种经验方法就可能证明 Alphago Zero 不是 superhuman，而我的科学实验验证方法更系统，用渐进的方法验证所有人工智能的结构性问题。

[8] 我选择的实验工具是围棋，因为可以通过围棋的特点验证说明问题。只要围棋上无法通过我的实验检验，就足以否定 superhuman 和通用智力的宣称。炒作其他棋牌或项目，也说明不了问题。AlphaGo 系列的局限性，源于人工智能和计算机本身。

第一轮实验后，开发者可能修改软件。所以，第一轮实验的机会只有一次，需要跟最强版本电脑围棋作较大规模的实验，以收集足够的实验证据。绝艺让两子胜柯洁，没有改变 Turing Machine 的 limitation，也没有改变我设计的实验方案。我设计的第一轮实验是针对 AlphaGo 系列的最强版本，除非绝艺或其他软件战胜 AlphaGo 系列的最强版本。

围棋是和平的竞技，不是战争艺术。围棋高度抽象而又直观，既古老又现代，能吸引亚洲以外的电脑研究。Crazy Stone、AlphaGo 先后以不同风格引领潮流，使围棋已经成为跨文化研究、交流的平台。而对 AlphaGo 系列的可疑宣称事关重大学术方向，需要验证。

如果 AlphaGo 系列无法通过我设计的实验，建议向围棋爱好者募集基金，向世界各地推广围棋，培育思考习惯、促进和平发展和文化交流、并帮助智力科学的研究。东南亚、南亚和其他地区有很多人口规模较大的低收入国家，可能为围棋带来大量的新鲜血液。作为较理想的智力科学实验工具，围棋对较发达或富有的国家也有潜在吸引力。

我对 AlphaGo 系列的实验不是白盒子测试，但要明确所有的软件、文件和硬件等需要。如果 Google 愿意公正地检验，办法之一是仿照美国国会图书馆先例，先向国会图书馆递交 AlphaGo 柯洁版、AlphaGo Zero、和最新 AlphaGo 三个版本所需要的所有软件、文件和硬件，捐款给图书馆更好。以后在第三方场地实验时，可以向国会图书馆核对软件、文件和硬件等版本。Human level artificial intelligence 是人类史上重大事件。如果无人能找出 AlphaGo 系列的问题，国会图书馆也有继续保留其版本的价值。其他人有实验想法，可以先做。如果其他人都失败了，就没有道理拒绝我的实验方案。

上述费用是由于 Google/Deepmind 不愿意开诚布公讨论 AlphaGo 系列的问题造成的。但这也为以后的人工智能测试建立了一个范式。一旦相关实验设施建立好并熟悉了这种流程，以后重要的人工智能测试费用会大大降低。

[9] 根据新闻报道，2012 年时，就有盲人使用自动驾驶汽车；2015 年时，有盲人单独使用无人汽车。根据公开的事实，已经知道当时无人驾驶汽车没有成熟，对人工智能和无人驾驶汽车有误判和误导。也说明之前的经验测试不可靠。

[10] 我以前写过:"Go gaming is strictly defined within a very small space. Industrial automations are typically designed in well controlled environments, but not strictly defined. Car driving is regulated, but the environment is not well controlled"。所以，电脑围棋中的问题能被改进的可能性，要远远高于无人驾驶汽车中的问题。即使如此，电脑围棋中的有些问题是否能被改进、被消除，仍需要科学实验的验证。

另外，无人驾驶汽车的测试，完全不同于其他汽车。汽车中的动力（油动或电动）、机械、电子等设计，早就具备坚实的科学基础。而无人驾驶的人工智能，没有科学基础，也未经严谨的科学实验，危险性很大，需要完全不同的测试方法。

[11] 人工智能最大的危险，不是其太强大可能控制或消灭人类，而是大规模应用不成熟的人工智能可能带来巨大灾难。所以，能通过严谨设计的电脑围棋科学实验来研究智力基础理论问题，对人类是一种幸运。

[12] 物理学界有人质疑时空是连续的。有人更以此质疑我的智力理论。对我的质疑毫无道理。第一，要看非连续的时空理论是否可验证。很多现代物理理论根本没法验证，没法验证的就不是科学。象围棋走法的数量超过宇宙的原子数就是这种理论，因为对宇宙原子数量的推测根本不可靠，也无法验证。第二，著名物理学家的观点不一定是对的，如牛顿迷恋炼金术。第三，时空的定义和时空的测量是两回事，我的智力理论跟时空在测量上是否是连续根本没有关系，我研究的是无理数在科学及其未来发展上是否不可缺少，这是智力科学的问题。这再次说明智力科学和物理学是不同的。

对第一次数学危机的重新认识，超越数学和物理学，涉及科学的本质，是哲学和智力问题。智力研究作为科学，从可验证的 AlphaGo 系列的问题着手，可以逐步深入。

[13] 人类事实上已经击败了 AlphaGo Master。所以我的分析、预测和立论基础都已经被证实。如此重要的学术争议应该用严格的科学实验来进一步验证，用傲慢来拒绝实验不是科学的方法。AlphaGo 的开发者都没有一流围棋水平，第一篇 AlphaGo 论文的作者甚至都没有专业围棋段位，我通过更本质的研究当然可以设计检验 AlphaGo 系列的实验。

[14] Dialogue Concerning the Two Chief Word Systems 实际上把科学建立在 Socratic Method 和科学实验的基础上。文中有错误，特别是关于潮汐的。科学不是完美的，但科学需要能改进错误的方法。文中倡导的思考和方法，可以发现和纠正关于潮汐的错误。

伽利略文中的错误，和第谷的错误不一样。伽利略的思想方法是对的，理论体系也是对的。而第谷的思想方法是错的，理论体系也是错的。如果采用第谷的理论，就无法发展出牛顿的物理基本理论。这也正是深度学习和 AlphaGo 的问题。它们也无法区分两种不同错误之间的区别：理论体系的错误，和个别可排除的错误。

第谷的观察工作仍有价值是侥幸，因为地心说、日心说、第谷理论在观察方法上没有争议。而很多科学实验，需要严格控制实验条件。错误的实验条件会导致错误的结论。

所以该文提供了科学的良好范本。科学不应该戴上圣人或权威的面具，科学应该放下身段来平等讨论。

[15] 找出了重要问题，就应该用科学实验来验证。如 AlphaGo 系列是否是围棋最优解？如果不是最优解，问题在哪里？这些问题能否被人类棋手用来击败 AlphaGo 系列？等等。实验前不需要完整的逻辑和数学作实验依据，因为未来的实验结果，可能会形成新的、更准确的、不同于以往的逻辑和数学。

实验结果决定采用什么逻辑和数学，而不是现有的逻辑和数学决定科学结论。现有的经验、逻辑、数学也不是科学的最后裁决。况且 AlphaGo 系列、、BRAIN Initiative project 等脑和智力研究，不但没有严谨的逻辑和数学基础，反而存在严重问题。无视这些问题，一意炒作，会误导未来研究。

学术界有说法：找出问题比解决问题更重要。当然是指那些方向性的关键问题。而设计验证这些问题的实验，更需要严谨的思维。没有好的实验设计，就无法深入本质。

[16] Leukotomy 有严重问题，BRAIN Initiative project 也涉及经验数据和科学实验的区别问题，见下一节 三、**BRIAN Initiative**。

[17] 并非所有人都享受现代教育、现代生活，包括很多古人和一些现代部落。但现在如果对希帕索斯和伽利略不感恩、不尊重，未来学术研究就有重蹈覆辙的根源。

我很早就表达过：I do not cross the boundary between sciences and religions; Gödel's theorems suggest metaphysics from humans may not work。经典物理无法解释很多宗教现象，曾使很多人以为科学跟宗教有冲突。但按很多现代物理理论，这些冲突不一定存在。现在似乎仍然冲突的地方，以后也可能有新理论而不冲突。

科学以严格控制条件的严谨科学实验为基础。而有些现代物理或科学理论并不基于科学实验，它们可能基于数学、经验、或其他方法。这些物理或科学理论不是严格意义上的科学，但它们可能跟科学或宗教都不冲突。现代科学哲学需要研究这些重要现象。

我不研究宗教，我的智力研究和理论本身，及引用到的其他思想中的那部分，也不跟宗教冲突。我的理论，有通过科学实验来逐步验证的研究计划，是严格意义上的科学研究，不是上述那种现代科学理论。而人工智能中的一些流行或主流观点，如果能被科学实验否定，则不是科学，也不属于上述那种现代科学理论。

[18] 相关研究中需要的更多证据，可以从基于语言（数学也是一种特殊的语言）和基于生命的研究中去寻找。但除了一些理论分析如已公布的之外，严格控制条件的实验证据需要较长时间的研究。而对 AlphaGo 系列的精准实验非常简单，即刻能做。